

阻抗匹配方法、阻抗匹配器和半导体工艺设备

技术领域

本发明涉及半导体技术领域，具体地，涉及一种应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法、阻抗匹配器和半导体工艺设备。

背景技术

在等离子体处理设备中，射频电源将射频能量通过阻抗匹配器传输至工艺腔室中，以将工艺腔室中的工艺气体激发形成等离子体，等离子体中含有大量的电子、离子、激发态的原子、分子和自由基等活性粒子，这些活性粒子和晶圆相互作用，使晶圆材料表面发生各种物理和化学反应，从而完成晶圆的刻蚀或者沉积等的工艺过程。

在射频能量传输的过程中，由于射频电源的输出阻抗一般为 50 欧姆，工艺腔室的输入阻抗一般为一个具有实部阻抗和虚部阻抗的非 50 欧姆的阻抗值，导致阻抗不匹配，在这种情况下，若直接将射频能量传输至工艺腔室，会发生射频能量的反射，即，没有足够的射频能量传输至工艺腔室中，从而无法正常激发形成等离子体，这就需要在射频电源和工艺腔室之间接入一个阻抗匹配器，以将射频电源后端的输入阻抗调节至 50 欧姆，从而实现射频能量的正常传输，即，实现阻抗匹配。

现有的阻抗匹配器包括传感器、可调元件、执行单元和控制单元，其中，传感器用于实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，并发送至控制单元；控制单元用于根据传感器检测的信号采用自动匹配算法计算获得可调元件的参数值的调整量，并根据该调整量控制执行单元调节可调元件的参数值（例如可调电容的电容值），直至达到阻抗匹配状态，以将最大的射频功率传送至工艺腔室以激发形成等离子体。

但是，在上述匹配过程中，尤其对于 ICP（Inductively Coupled Plasma，电感耦合等离子体）而言，由于等离子体在启辉过程中处于 E-H 模式跳变（即，由 E 模式跳变为 H 模式）的不稳定状态，导致不同工艺的匹配路径存在差异及不重复性，从而造成加工不同晶片的工艺所使用的匹配时间存在差异，进而可能造成晶片间的工艺结果不同，尤其对于工艺时间较短的工艺来说，这种工艺结果差异更加明显。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法、阻抗匹配器和半导体工艺设备，其不仅可以提高工艺的可重复性和稳定性，从而可以提高工艺结果的一致性，而且可以实现对等离子体阻抗的精细化调节。

为实现上述目的，本发明实施例提供了一种应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法，包括：

在工艺开始时，将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始值；

当射频电源开启时，按照预先存储的与所述工艺对应的最优匹配路径，调节所述可调元件的参数值；所述最优匹配路径包括预设匹配时段内的不同时刻对应的所述可调元件的参数值；

在到达所述预设匹配时段的终点时刻之后，采用自动匹配算法调节所述可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。

可选的，所述最优匹配路径的获取方法包括：

将所述可调元件的参数值调节为所述初始值；

开启所述射频电源，并采用自动匹配算法调节所述可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配；记录整个匹配过程中不同时刻对应的所述可调元件的参

数值，以获得匹配路径；

重复进行N次所述获得匹配路径的步骤，N为大于等于指定数值的整数；

从N条所述匹配路径中选择一条匹配路径作为所述最优匹配路径，并进行存储。

可选的，所述从N条所述匹配路径中选择一条匹配路径作为所述最优匹配路径，并进行存储，具体包括：

从N条所述匹配路径中选择无灭辉现象的匹配路径；

从所述无灭辉现象的匹配路径中选择重复出现次数最多的匹配路径作为所述最优匹配路径，并进行存储。

可选的，在所述将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始值的步骤之前，还包括：

判断是否已存储有与所述工艺对应的所述最优匹配路径；

若是，则进行所述将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始值的步骤；

若否，则执行所述最优匹配路径的获取方法，并返回所述判断是否已存储与所述工艺对应的所述最优匹配路径的步骤。

可选的，所述指定数值大于等于20。

可选的，所述初始值为满足等离子体启辉条件对应的所述可调元件的参数值。

可选的，在采用相同的所述工艺加工不同的被加工工件时，预设的所述初始值相同。

可选的，所述可调元件为可调电容，所述可调元件的参数值为所述可调电容的容值或者电容位置。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种阻抗匹配器，包括用于检测射频传输线上的电压信号和电流信号的传感器、可调元件、执行单元、

存储单元和控制单元，所述执行单元用于调节所述可调元件的参数值；

所述存储单元用于存储所述可调元件的参数值的初始值以及不同工艺对应的最优匹配路径；所述最优匹配路径包括预设匹配时段内的不同时刻对应的所述可调元件的参数值；

所述传感器用于在到达所述预设匹配时段的终点时刻之后，实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，并发送至所述控制单元；

所述控制单元用于在工艺开始时，调用所述存储单元中存储的所述初始值，并控制所述执行单元将所述可调元件的参数值调节为所述初始值；当射频电源开启时，调用所述存储单元中存储的当前工艺对应的最优匹配路径，并按照所述最优匹配路径控制所述执行单元调节所述可调元件的参数值；在到达所述预设匹配时段的终点时刻之后，根据所述电压信号和电流信号，采用自动匹配算法控制所述执行单元调节所述可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种半导体工艺设备，包括工艺腔室和用于通过阻抗匹配器向所述工艺腔室加载射频功率的射频电源，所述阻抗匹配器采用本发明实施例提供的上述阻抗匹配器。

可选的，所述半导体工艺设备采用的等离子体源为电感耦合等离子体源或者电容耦合等离子体源。

本发明实施例的有益效果：

本发明实施例提供的应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法和阻抗匹配器的技术方案中，首先按照预先存储的与工艺对应的最优匹配路径调节可调元件的参数值，然后在到达预设匹配时段的终点时刻之后，采用自动匹配算法调节可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。由于在采用相同工艺加工不同被加工工件时，在启辉阶段均采用预先存储的最优匹配路径进行匹配，这可以使加工不同被加工工件的工艺在启辉阶段所采用的匹配路径大致相

同，同时按照最优匹配路径进行匹配可以避免产生灭辉现象，从而可以提高工艺的可重复性和稳定性，进而可以提高工艺结果的一致性。此外，在完成最优匹配路径之后，通过切换至自动匹配算法进行自动匹配，可以实时监控等离子体阻抗随工艺时间变化而产生的细微变化，从而达到对等离子体阻抗的精细化调节。

本发明实施例提供的半导体工艺设备，其通过采用本发明实施例提供的上述阻抗匹配器，不仅可以提高工艺的可重复性和稳定性，从而可以提高工艺结果的一致性，而且可以达到对等离子体阻抗的精细化调节。

附图说明

图1为本发明第一实施例提供的应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法的流程框图；

图2为一种阻抗匹配器的原理图；

图3为本发明第一实施例采用的匹配路径的示意图；

图4为本发明第一实施例采用的匹配过程图；

图5为本发明第二实施例提供应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法的流程框图。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图对本发明实施例提供的应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法、阻抗匹配器和半导体工艺设备进行详细描述。

请参阅图1，本发明第一实施例提供的应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法，其包括以下步骤：

S1、在工艺开始时，将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始值；

以图 2 所示的阻抗匹配器 1 为例，该阻抗匹配器 1 连接在射频电源 3 和工艺腔室 2 之间，用以调节射频电源 3 后端的输入阻抗，以实现射频能量的正常传输，即，达到阻抗匹配。具体地，阻抗匹配器 1 包括传感器 11、匹配网络 12、执行单元 14 和控制单元 13，其中，传感器 11 用于实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，并发送至控制单元 13；匹配网络 12 包括两个可调电容（C1，C2），二者用作可调元件，二者的电容值或者电容位置即为可调元件的参数值，控制单元 13 用于控制两个电机（M1，M2）分别调节两个可调电容（C1，C2）的电容位置，不同的电容位置对应不同的电容值，以调节射频电源 3 后端的输入阻抗，达到阻抗匹配的目的。当然，在实际应用中，阻抗匹配器的结构并不局限于图 2 所示的上述阻抗匹配器的结构，其可调元件也可以采用能够调节射频电源 3 后端的输入阻抗的其他任意结构，例如可调电感或者可调电容与可调电感的组合等。匹配网络 12 例如为 L 型、 π 型、T 型等等。

在一些可选的实施例中，上述可调元件的参数值的初始值满足等离子体启辉条件，即，实现等离子体启辉所需的可调元件的参数值。该等离子体启辉条件为：使加载至工艺腔室的射频功率足以使腔室谐振产生的电场强度最大，从而可以加速电子碰撞激发形成等离子体。

通常情况下，当工艺腔室的硬件条件固定时，该工艺腔室实现等离子体启辉的条件同样固定，基于此，可选的，在采用相同工艺加工不同的被加工工件时，预设的初始值相同，即，在加工不同被加工工件的工艺开始时，将可调元件的参数值均调节为相同的初始值，这样有助于提高工艺的可重复性，进而可以提高工艺结果的一致性。

S2、当射频电源 3 开启时，按照预先存储的与工艺对应的最优匹配路径，调节上述可调元件的参数值；

上述最优匹配路径包括预设匹配时段内的不同时刻对应的可调元件的

参数值。

所谓按照最优匹配路径调节上述可调元件的参数值，是指预设匹配时段内，在什么时刻将参数值调节至什么数值均是预先设定好的，即，各个时刻对应的可调元件的参数值均是预先设定好的，按时间顺序设定的这些参数值构成了匹配路径。在按照该匹配路径进行匹配的过程中，控制单元 13 只需在各个时刻直接调节可调元件的参数值，以使其等于与该时刻对应的预先设定好的参数值即可。

所谓最优匹配路径，是指满足诸如无灭辉现象、重复性最高、稳定性最好等条件的匹配路径。

在采用相同工艺加工不同被加工工件时，由于在启辉阶段均采用预先存储的最优匹配路径进行匹配，即，加工不同被加工工件的工艺在启辉阶段所采用的匹配路径大致相同，同时按照最优匹配路径进行匹配可以避免产生灭辉现象，从而可以提高工艺的可重复性和稳定性，进而可以提高工艺结果的一致性。

上述最优匹配路径的获取方法有多种，例如，该获取方法包括：

步骤 1、将可调元件的参数值调节为初始值；

该初始值可以与上述步骤 S1 中的初始值相同。

步骤 2、开启射频电源，采用自动匹配算法调节可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配；记录整个匹配过程中不同时刻对应的可调元件的参数值，以获得匹配路径；

上述自动匹配算法是指利用传感器 11 实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，且根据该电压信号和电流信号，计算获得可调元件的参数值的调整量，并根据该调整量自动调节可调元件的参数值（例如可调电容的电容值或者电容位置），直至达到阻抗匹配状态。

如图 3 所示，在按匹配路径进行阻抗匹配的整个匹配过程中，从预设的

匹配时段中选取 n 个时刻 ($t_1, t_2, \dots, t_{n-1}, t_n$), 并对各个时刻对应的参数值进行记录, 时刻的数量 n 可以根据具体工艺情况进行设定, n 个时刻对应的一组参数值构成了一条匹配路径, 例如, 图 3 中示出了三组参数值所构成的三条匹配路径, 分别为路径 1、路径 2 和路径 3, 以可调元件的参数值为两个可调电容 C1 和 C2 的电容值为例, 下述表 1 示出了每条匹配路径表示的时刻与电容值的对应关系表。

表 1, 每条匹配路径表示的时刻与电容值的对应关系表。

时刻	C1 电容值	C2 电容值	
t_1	C11	C21	起点时刻
t_2	C12	C22	—
t_3	C13	C23	—
t_4	C14	C24	—
t_5	C15	C25	—
t_6	C16	C26	—
...	...	...	—
t_{n-1}	C1 $n-1$	C2 $n-1$	
t_n	C1 n	C2 n	终点时刻

由上述表 1 和图 3 可知, 三条匹配路径的起点时刻 t_1 所对应的参数值 (C11, C21) 相同, 该参数值例如等于满足等离子体启辉条件所设定的初始值, 此时起点时刻 t_1 可称为启辉点。这三条路径的终点时刻 t_n 所对应的参数值 (C1 n , C2 n) 相同, 且在该终点时刻 t_n 均达到阻抗匹配, 此时终点时刻 t_n 可称为匹配点。容易理解, 上述起点时刻 t_1 和终点时刻 t_n 之间的时段即为上述步骤 S2 中的预设匹配时段, 该预设匹配时段为按匹配路径进行阻抗匹配的整个过程。

步骤 3、重复进行 N 次获得匹配路径的步骤 (即, 上述步骤 2), N 为大于等于指定数值的整数;

上述指定数值可根据具体工艺情况而设定，只要所获得的匹配路径的数量 N 足以选择出一条最优匹配路径，该指定数值例如大于等于 20。

步骤 4、从 N 条匹配路径中选择一条匹配路径作为最优匹配路径，并进行存储。

选择最优匹配路径的方式可以有多种，例如，上述步骤 4 具体包括：

步骤 41、从 N 条匹配路径中选择无灭辉现象的匹配路径；

步骤 42、从无灭辉现象的匹配路径中选择重复出现次数最多的匹配路径作为最优匹配路径，并进行存储。

S3、在到达最优匹配路径的终点时刻（即， t_n ）之后，采用自动匹配算法调节可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。

上述自动匹配算法是指利用传感器 11 实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，且根据该电压信号和电流信号，计算获得可调元件的参数值的调整量，并根据该调整量自动调节可调元件的参数值（例如可调电容的电容值或电容位置），直至达到阻抗匹配状态。

在一些实施例中，如图 4 所示，在时间轴 T 上，从射频电源开启至射频电源关闭的过程即为整个工艺过程，该工艺过程包括第一匹配时段 $T1$ 和第二匹配时段 $T2$ ，以可调元件的参数值为两个可调电容 $C1$ 和 $C2$ 的电容值为例，在第一匹配时段 $T1$ ，按照最优匹配路径调节两个可调电容 $C1$ 和 $C2$ 的电容值，其中，射频电源的开启时刻即为该最优匹配路径的起点时刻 $t1$ ，其对应的电容值分别为 $(C11, C21)$ ；最优匹配路径的终点时刻 t_n 所对应的电容值为 $(C1n, C2n)$ ，且在该终点时刻 t_n 均达到阻抗匹配。并且，控制单元 13 按照在起点时刻 $t1$ 与终点时刻 t_n 之间的各个时刻所对应的电容值调节两个可调电容 $C1$ 和 $C2$ 的电容大小。

在第二匹配时段 $T2$ ，通过实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，且根据该电压信号和电流信号，采用自动匹配算法进行自动匹配，可以

实时监控等离子体阻抗随工艺时间变化而产生的细微变化，从而可以实现对等离子体阻抗的精细化调节。

请参阅图 5，本发明第二实施例提供的用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法，其是上述第一实施例的一个具体实施方式。具体地，阻抗匹配方法包括以下步骤：

S101、判断是否已存储有与当前工艺对应的最优匹配路径；

若是，则进行步骤 S102；若否，则进行步骤 S107；

S102、将可调元件的参数值调节为预设的初始值；

S103、判断射频电源是否开启；

若是，则进行步骤 S104；若否，则返回步骤 S103；

S104、按照预先存储的与当前工艺对应的最优匹配路径，调节上述可调元件的参数值；

S105、在到达预设匹配时段的终点时刻（即， t_n ）之后，采用自动匹配算法调节可调元件的参数值。

S106、判断是否达到阻抗匹配；

若是，则流程结束；若否，则排查未达到阻抗匹配的问题；

S107、将可调元件的参数值调节为初始值；

S108、判断射频电源是否开启；

若是，则进行步骤 S109；若否，则返回步骤 S108；

S109、采用自动匹配算法调节可调元件的参数值；

S110、判断是否达到阻抗匹配；

若是，则进行步骤 S111；若否，则排查未达到阻抗匹配的问题；

S111、记录整个匹配过程中不同时刻对应的可调元件的参数值，以获得匹配路径；

S112、关闭射频电源；

S113、判断是否进行N次获得匹配路径的步骤（即，上述步骤2）；

若是，则进行步骤S114；若否，则返回步骤S101；

S114、从N条匹配路径中选择一条匹配路径作为最优匹配路径，并进行存储。

本实施例提供的应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法，在当前的工艺没有存储对应的最优匹配路径时，可以自动进行最优匹配路径的获取，从而可以适用于所有工艺的阻抗匹配。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种阻抗匹配器，以图2示出的阻抗匹配器1为例，该阻抗匹配器1包括传感器11、可调元件（例如为两个可调电容C1和C2）、执行单元14、存储单元（图中未示出）和控制单元13。

其中，执行单元14用于调节可调元件的参数值，该执行单元14例如为电机，以可调元件为两个可调电容C1和C2为例，执行单元14包括两个电机M1和M2，用于通过分别调节两个可调电容C1和C2的电容位置来调节二者的电容大小。存储单元用于存储可调元件的参数值的初始值以及不同工艺对应的最优匹配路径；该最优匹配路径包括预设匹配时段内的不同时刻对应的可调元件的参数值；传感器11用于在到达预设匹配时段的终点时刻之后，实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，并发送至控制单元13；控制单元13用于在工艺开始时，调用存储单元中存储的初始值，并控制执行单元14将可调元件的参数值调节为初始值；以及，当射频电源3开启时，调用存储单元中存储的当前工艺对应的最优匹配路径，并按照该最优匹配路径控制执行单元14调节可调元件的参数值；在到达预设匹配时段的终点时刻之后，控制单元13根据接收到的电压信号和电流信号，采用自动匹配算法控制执行单元14调节可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。

综上所述，本发明实施例提供的应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法

和阻抗匹配器的技术方案中，首先按照预先存储的与工艺对应的最优匹配路径调节可调元件的参数值，然后在到达预设匹配时段的终点时刻之后，采用自动匹配算法调节可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。由于在采用相同工艺加工不同被加工工件时，在启辉阶段均采用预先存储的最优匹配路径进行匹配，这可以使加工不同被加工工件的工艺在启辉阶段所采用的匹配路径大致相同，同时按照最优匹配路径进行匹配可以避免产生灭辉现象，从而可以提高工艺的可重复性和稳定性，进而可以提高工艺结果的一致性。此外，在完成最优匹配路径之后，通过切换至自动匹配算法进行自动匹配，可以实时监控等离子体阻抗随工艺时间变化而产生的细微变化，从而可以实现对等离子体阻抗的精细化调节。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种半导体工艺设备，包括工艺腔室和用于通过阻抗匹配器向工艺腔室加载射频功率的射频电源，该阻抗匹配器采用本发明实施例提供的上述阻抗匹配器。

在一些实施例中，上述半导体工艺设备采用的等离子体源为电感耦合等离子体源或者电容耦合等离子体源。

本发明实施例提供的半导体工艺设备，其通过采用本发明实施例提供的上述阻抗匹配器，不仅可以提高工艺的可重复性和稳定性，从而提高工艺结果的一致性，而且可以达到对等离子体阻抗的精细化调节。

可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种应用于半导体工艺设备的阻抗匹配方法，其特征在于，包括：
在工艺开始时，将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始
5 值；

当射频电源开启时，按照预先存储的与所述工艺对应的最优匹配路径，
调节所述可调元件的参数值；所述最优匹配路径包括预设匹配时段内的不同
时刻对应的所述可调元件的参数值；

在到达所述预设匹配时段的终点时刻之后，采用自动匹配算法调节所述
10 可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。

2. 如权利要求 1 所述的阻抗匹配方法，其特征在于，所述最优匹配路
径的获取方法包括：

将所述可调元件的参数值调节为所述初始值；

15 开启所述射频电源，并采用自动匹配算法调节所述可调元件的参数值，
直至达到阻抗匹配；记录整个匹配过程中不同时刻对应的所述可调元件的参
数值，以获得匹配路径；

重复进行 N 次所述获得匹配路径的步骤，N 为大于等于指定数值的整
数；

20 从 N 条所述匹配路径中选择一条匹配路径作为所述最优匹配路径，并
进行存储。

3. 如权利要求 2 所述的阻抗匹配方法，其特征在于，所述从 N 条所述
匹配路径中选择一条匹配路径作为所述最优匹配路径，并进行存储，具体包
25 括：

从 N 条所述匹配路径中选择无灭辉现象的匹配路径；

从所述无灭辉现象的匹配路径中选择重复出现次数最多的匹配路径作

为所述最优匹配路径，并进行存储。

4. 如权利要求 2 所述的阻抗匹配方法，其特征在于，在所述将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始值的步骤之前，还包括：

5 判断是否已存储有与所述工艺对应的所述最优匹配路径；

若是，则进行所述将阻抗匹配器的可调元件的参数值调节为预设的初始值的步骤；

若否，则执行所述最优匹配路径的获取方法，并返回所述判断是否已存储有与所述工艺对应的所述最优匹配路径的步骤。

10

5. 如权利要求 2 所述的阻抗匹配方法，其特征在于，所述指定数值大于等于 20。

6. 如权利要求 1-5 任意一项所述的阻抗匹配方法，其特征在于，所述初始值为满足等离子体启辉条件对应的所述可调元件的参数值。

7. 如权利要求 1-5 任意一项所述的阻抗匹配方法，其特征在于，在采用相同的所述工艺加工不同的被加工工件时，预设的所述初始值相同。

20 8. 如权利要求 1-5 任意一项所述的阻抗匹配方法，其特征在于，所述可调元件为可调电容，所述可调元件的参数值为所述可调电容的容值或者电容位置。

9. 一种阻抗匹配器，包括用于检测射频传输线上的电压信号和电流信号的传感器、可调元件、执行单元、存储单元和控制单元，其特征在于，所述执行单元用于调节所述可调元件的参数值；

25 所述存储单元用于存储所述可调元件的参数值的初始值以及不同工艺

对应的最优匹配路径；所述最优匹配路径包括预设匹配时段内的不同时刻对应的所述可调元件的参数值；

所述传感器用于在到达所述预设匹配时段的终点时刻之后，实时检测射频传输线上的电压信号和电流信号，并发送至所述控制单元；

- 5 所述控制单元用于在工艺开始时，调用所述存储单元中存储的所述初始值，并控制所述执行单元将所述可调元件的参数值调节为所述初始值；当射频电源开启时，调用所述存储单元中存储的当前工艺对应的最优匹配路径，并按照所述最优匹配路径控制所述执行单元调节所述可调元件的参数值；在到达所述预设匹配时段的终点时刻之后，根据所述电压信号和电流信号，采用自动匹配算法控制所述执行单元调节所述可调元件的参数值，直至达到阻抗匹配。
- 10

10. 一种半导体工艺设备，包括工艺腔室和用于通过阻抗匹配器向所述工艺腔室加载射频功率的射频电源，其特征在于，所述阻抗匹配器采用权利要求 9 所述的阻抗匹配器。
- 15

11. 如权利要求 10 所述的半导体工艺设备，其特征在于，所述半导体工艺设备采用的等离子体源为电感耦合等离子体源或者电容耦合等离子体源。